

# 接触コミュニケーションとしての 甘噛みの実装と評価

中川 佳弥子<sup>1,2,a)</sup> 松村 礼央<sup>1,2,b)</sup> 塩見 昌裕<sup>2,c)</sup>

**概要:** 本研究は、接触コミュニケーションのひとつとして「甘噛み」するロボットの開発を目指し、噛み方と見た目を検討するためのシステムの実装および予備調査を行った。甘噛みは、言葉の話をしない乳幼児やペットに見られる行為であり、噛まれる側はその行為から甘えや信頼、苛立ちなど、様々な感情を見だし、親密な関係性を構築する。接触行為は、人とロボットのコミュニケーションにおいてポジティブな効果があることが示されているが、噛まれることは非常に無防備な行為であるため、不快な印象に陥る可能性も高い。そこで、適切な甘噛みを実現するために、手を噛むデバイスおよびバーチャルエージェントを試作し、噛み方と見た目にに関する予備調査を行った。その結果、見た目と噛み方のギャップが大きいと、必ずしも適切な甘噛みの印象を与えない可能性が示唆された。

## 1. はじめに

物理的接触は、コミュニケーションにおいて強い影響力を持ち、ポジティブな効果を持つことが分かっている [1][2]。人-ロボットにおいても、ロボットの接触が関係性を向上させることが報告されており [3][4]、実社会においても、ロボットと触れ合うことでうつや問題行動の改善などの効果が実証されている [5]。

そこで、本研究では、より親密な接触コミュニケーション方法として、「甘噛み」に着目する。甘噛みは、まだ言葉の話を聞かずに達していない乳幼児や、言語を持たない犬や猫などのペットにしばしば見られる行為であり、噛まれる側はその行為から甘えや信頼、苛立ちなど、様々な感情を見だし、親密な関係性を構築する。このような、親密性の高い接触は、心の状態や関係性に対して、より強い影響力を持つと考えられる。一方で、実際に乳幼児やペットとそのような接触ができる環境や立場は限定的であり、衛生的および倫理的な観点からも、そのようなコミュニケーションを任意の場面で提供することは難しい。

よって、本研究では、接触コミュニケーションのひとつとして「甘噛み」するロボットの開発を目的とし、噛み方と見た目を検討するためのシステムを開発した。噛むという行為は、より親密性が高い行為と考えられるため、不快な

印象に陥ったり、噛む主体の見た目が影響する可能性が高い。そこで、関係性や印象にポジティブな効果を与える甘噛みを実現するために、手を噛むデバイスおよびバーチャルエージェントのプロトタイプを制作し、噛み方と見た目にに関する予備調査を行った。

## 2. 甘噛みシステム

### 2.1 噛みデバイス

手を噛まれる感触を呈示するための噛みデバイスを図 1 に示す。本デバイスは、上顎と下顎を開閉する 1 自由度を持つ。上顎と歯部の間に圧力センサ (FSR406)、下顎の下部に距離センサ (GP2Y0A41SK0F) を実装した。圧力センサは、被験者の手との接触の有無、および噛み強度を検知するために用いる。距離センサは、被験者の手とデバイスとの距離計測に用いる。距離を正確に計測するために、被験者はスタンドの上に手を載せ、センサはスタンドとデバイスの距離を検知する。スタンドがデバイスに正対するように、スタンドの下にはレールを設置し、可動範囲を制限する。

### 2.2 動作制御

噛みデバイスおよびバーチャルエージェント（以降、両方を指す場合は「エージェント」と表記する）は、(a) 噛み待機、(b) 噛み、(c) 休止の 3 モードを遷移する。(a) は、エージェントが口の開閉を繰り返す。噛みデバイスが閉じた際に被験者の手が挟まったことを検知すると (b) に移行し、エージェントは 10 秒間噛み動作を行う。(b) では噛み

<sup>1</sup> karakuri products

<sup>2</sup> ATR 知能ロボティクス研究所

a) nakagawa@krkrpro.com

b) reo@krkrpro.com

c) m-shiomi@atr.jp

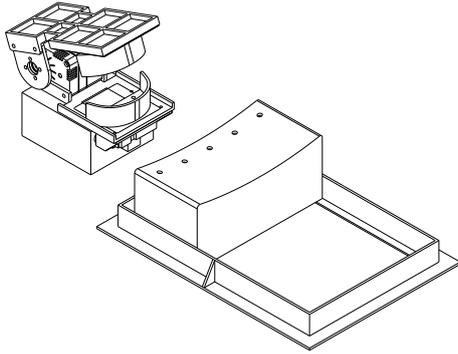


図 1 噛みデバイス外観

デバイスは手を挟んだ状態で口を閉じ、圧力センサが閾値に達すると開方向に動作する。この閾値設定によって噛み強度、および次に閉じ動作を開始するまでの時間によって噛み間隔を調整する。10秒経つと(c)に移行し、噛みデバイスが開いた状態で停止し、バーチャルエージェントは噛むのを止め、HMD画面に「手を遠ざけてください」というテキストが表示される。被験者が手を遠ざけると、(a)に戻る。

### 2.3 HMD

視聴覚刺激を呈示するために、Oculus Rift (CV1) を使用した。噛むエージェントとして、後述する動物型のバーチャルエージェントを使用した。また、実験の前提条件として、被験者ができるだけVR空間に没入することが望ましいため、動物がいる空間として不自然でない草原の背景、および噛みデバイスの動作音を聞こえないようにするために、草原に風が吹く背景音を配置した。

### 2.4 バーチャルエージェント

手を噛むエージェントとして、2種類の動物(ネコ、トラ)を用意した。外観を図2に示す。選定理由については後述する。ネコの3DモデルはTS-TIME “Cu Cat”，トラの3DモデルはROBIN SCHMIDT “Animals - Tiger” を利用した。いずれのエージェントについても、3パターンのアニメーション：(a)噛み待機モードでは、前方を向いて口を大きく開閉、(b)噛みモードでは、前方下を向いて咀嚼、および、(c)休止モードでは待機状態のアニメーションを用いた。

## 3. 評価実験

適切な甘噛みを探索するために、噛み方と見た目についての予備調査を行った。なお、適切な甘噛みについて、本研究では、威嚇や傷つける目的でなく、好意や遊びたいなどといったポジティブな情動の現れとして捉えられる噛み行為とする。本実験では、噛み方と見た目のギャップが噛



(a) トラ



(b) ネコ

図 2 噛みエージェント

みの印象に与える影響に着目した。すなわち、同じ噛み方でも、強く噛みそうな見た目のエージェントが弱く噛むことで、より適切な甘噛みとして解釈されるのではないかと考え、予備的に調査した。

### 3.1 実験条件

本実験では、以下の条件を設定した。

噛みエージェント：ネコ・トラの2条件

噛み間隔：短(“ガジガジガジ...”)・長(“ガブッ、ガブッ...”)の2条件

噛み強度：弱・強の2条件

エージェントの選定理由は、まず、甘噛みをコミュニケーション手段とし得る、すなわち言語を話せないことが明確で、かつ表情要因を排するために表情筋を持たない動物に設定した。噛み方が比較的弱そうに見える動物としてネコ、および、噛み方が強そうに見える動物としてトラを選定した。

### 3.2 実験手順

実験の様子を図3に示す。被験者は軍手を着用した左

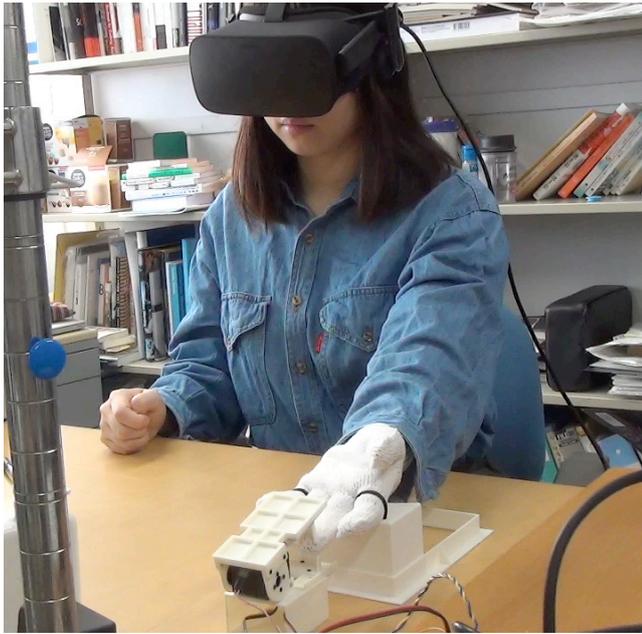


図 3 実験の様子

手をスタンドに固定し、HMDを装着した。軍手を着用する理由は、デバイスの歯部を直に触れることで、形状や材質が実際の歯と異なることで没入感が低減し、実験の前提条件を満たさないことを避けるためである。被験者は左手をエージェントの方に差し出し、手先を10秒間噛まれた。10秒経つと、噛み動作が終了し、被験者は左手を元の位置に戻した。HMDを一度外し、評価アンケートに記入した。以上を1セッションとし、1被験者につき8セッション行った。

### 3.3 被験者

被験者は8名の大学生(男性1名、女性7名、平均年齢:20.4, S.D.:0.48)であった。被験者内実験とし、噛みエージェント、および噛み間隔の順序についてはカウンターバランスを行った。噛み強度についてはランダム順で提示した。

## 4. 実験結果

アンケートは、7件法および自由記述で行った。以下に結果を示す。

### 4.1 噛みエージェントの感情評価

噛みエージェントがどのような感情状態であるようにみえたかについて、「楽しそう」「怒っている」「悲しそう」「恐れている」の4指標について評価を行った。ネコおよびトラの評価結果を図4、図5に示す。これらの指標によって、甘噛みと解釈される噛み方、すなわち攻撃ではなくポジティブな感情で噛んでいると解釈されるかどうかを評価した。

ネコについて、全ての噛み方の条件において、「楽しそ

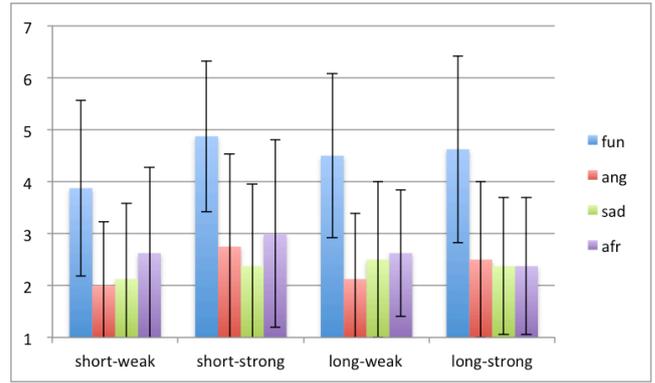


図 4 ネコの感情評価

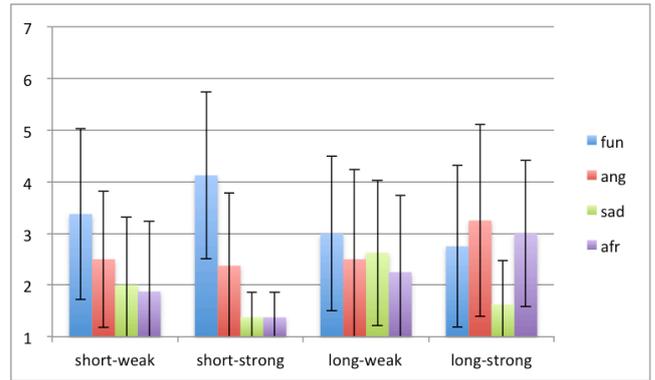


図 5 トラの感情評価

う」の平均が一番高く、ポジティブな感情であると解釈された可能性が高い。トラについては、「楽しそう」と他との差がネコより小さく、特に「噛み長さ:長×噛み強さ:強」の条件では「怒っている」の方が平均が高かった。

また、各指標について、ANOVA(見た目×噛み間隔×噛み強度)を行った。その結果、「悲しそう」について、見た目と噛み強度の交互作用がみられ( $F(1,7)=6.236, p=.041$ ), 多重比較の結果、見た目がトラの場合、噛み強度強<噛み強度弱で有意差があった( $p=.041$ )。また、「恐れている」について見た目と噛み間隔の交互作用がみられ( $F(1,7)=12.106, p=.010$ )。多重比較の結果、見た目がトラの場合、噛み間隔:短<噛み間隔:長で有意差があった( $p=.046$ )。

### 4.2 噛まれた感覚の評価

噛まれた感覚について、「心地よかったー心地悪かった」、「怖かったー怖くなかった」、「痛かったー痛くなかった」、「強く感じたー弱く感じた」、および「噛み方が見た目に合っていたー合っていない」の項目について評価を行った。各項目について、ANOVA(見た目×噛み間隔×噛み強度)を行った。

その結果、噛みの心地よさ(図7)について、見た目と噛み間隔の交互作用がみられ( $F(1,7)=5.895, p=.046$ ), 多重比較の結果、噛み間隔:長の場合、トラ<ネコで有意差( $p=.040$ ), および、見た目:トラ条件の場合、噛み間隔:長

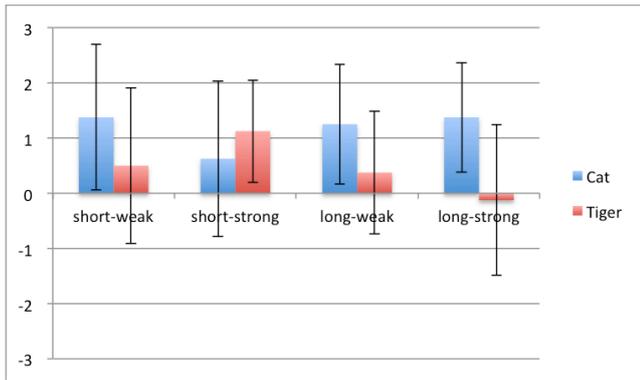


図 6 噛みの心地よさ評価

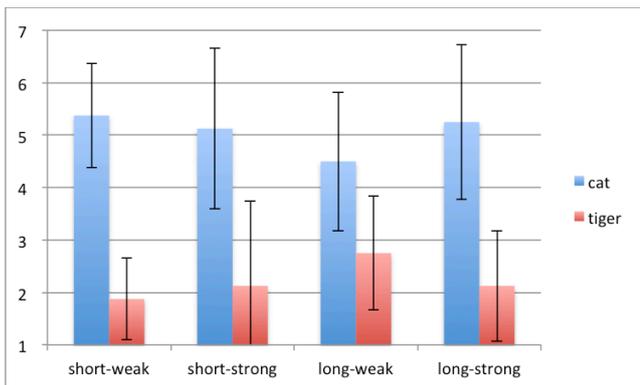


図 7 噛み方と見た目の一致性の評価

< 噛み間隔：短で有意差がみられた ( $p=.008$ )。

「強く感じた」については、噛み強度の主効果が弱く強でみられ ( $F(1,7)=9.88, p=.016$ )、呈示した噛み強度の違いが感覚に反映されているといえる。また、「噛み方が見た目に合わせている」について、見た目の主効果がトラ<ネコでみられた ( $F(1,7)=21.966, p=.002$ )。すなわち、被験者が想像するトラの噛み方に対して、呈示した噛み方にずれがあったと考えられる。

#### 4.3 甘噛み体験の評価

被験者は、ネコとトラの噛みについて、どちらをもう一度体験したいかの評価を行い、その理由を自由記述した。被験者8名の中で、トラの方を高く評価したのは3名、ネコの方を高く評価したのは5名であった。評価理由について、以下に抜粋して示す。

トラを高く評価した理由

- トラは見た目に反してやさしいと思ったが、ネコは見た目の割に強くかんできたように思えたから
- ネコは今回体験したもの以外の可能性をあまり感じなかったが、トラはもっとすごい噛み方があるのではと期待できるから

ネコを高く評価した理由

- トラの噛む力はもっと強いのでは？と思って視覚と体験の齟齬が多少あったから。ネコはかわいいし、実際

それくらいの力で噛むから。

- トラに対して抱いているイメージと噛み方がミスマッチだったので、トラのほうはすこしじっくりこなかったが、ネコはじっくり来た

また、口頭インタビューにおいて、実際にネコを飼っている被験者から、「飼っているネコと実際にこういう遊びをするので、そのことを思い出した」「飼っているネコがなっていないのでこんな風に遊べたらいいなと思った」という意見があった。

## 5. 考察

本実験の結果から、噛みエージェントがトラの場合、噛まれる心地よさが減少したり、噛み方によってネガティブな感情表現に捉えられたりといった効果がみられた。また、「噛み方が合っているかどうか」についてトラが低く評価されたことから、「強い動物が見た目に反して甘噛みをする」というギャップを感じる以前に、違和感を与えてしまったと考えられる。一方で、ネコのように、見た目と噛み方にギャップのない方が甘噛みとして受け入れやすく、継続的なコミュニケーションを促せる可能性が高い。被験者のコメントからも、甘噛みされたらこんな感じだろうと想像したり、過去の甘噛みの記憶を思い起こさせたりというイメージしやすさが重要であることが示唆された。

以上の結果から、ポジティブな関係性を構築する「甘噛み」という体験を提供するためには、甘噛みすることが想像しづらいような、意外性のある見た目ではなく、甘噛みの感触を想像あるいは喚起しやすい見た目の方が実現しやすい可能性がある。一方で、噛み方と見た目のギャップがネガティブに働くという推測については、今回の実験設定でのリアリティ不足に起因する可能性がある。すなわち、強い見た目のエージェントの場合、より強い噛みを実現できるデバイスを用いることでネガティブな効果を減らせるかもしれない。

## 6. おわりに

本研究では、接触コミュニケーションのひとつとして「甘噛み」するロボットの開発を目指し、噛み方と見た目を検討するためのシステムの実装および評価を行った。甘噛みは、言葉の話せない乳幼児やペットが様々な感情を伝え、親密な関係性を構築するコミュニケーションである。接触行為は、人とロボットのコミュニケーションにおいてポジティブな効果が示されている一方で、噛まれることは不快な印象に陥る可能性も高い。そこで、適切な甘噛みを実現するために、手を噛むデバイスおよびバーチャルエージェントを試作し、噛み方と見た目に関する予備調査を行った。その結果、見た目と噛み方のギャップが大きいと、甘噛みとして伝わりにくい可能性が示唆された。今後、今回の結果を踏まえてより詳細な評価実験を行うことで、甘噛

みエージェントの適切な噛み方および見た目を検討し、インタラクションにポジティブな効果をもたらす甘噛みシステム、および実体を持つ甘噛みロボットの要件を検討する予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST, CREST, JPMJCR18A1 の支援を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Gueguen, N., Jacob, C. and Boulbry, G.: The effect of touch on compliance with a restaurant's employee suggestion, *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 26, No. 4, pp. 1019 – 1023 (online), DOI: DOI: 10.1016/j.ijhm.2006.12.004 (2007).
- [2] Fisher, J. D., Rytting, M. and Heslin, R.: Hands Touching Hands: Affective and Evaluative Effects of an Interpersonal Touch, *Sociometry*, Vol. 39, pp. 416–421 (1976).
- [3] Shiomi, M., Nakata, A., Kanbara, M. and Hagita, N.: A hug from a robot encourages prosocial behavior, *2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 418–423 (online), DOI: 10.1109/ROMAN.2017.8172336 (2017).
- [4] 中川佳弥子, 塩見昌裕, 篠沢一彦, 松村礼央, 石黒浩, 萩田紀博: ロボットの能動的接触は人間のモチベーションを上げるか, 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界 = The transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers. A, Vol. 95, No. 1, pp. 136–145(オンライン), 入手先 (<https://ci.nii.ac.jp/naid/110008898132/>) (2012).
- [5] 柴田崇徳: メンタルコミットロボット「パロ」の開発と普及: 認知症等の非薬物療法のイノベーション, 情報管理, Vol. 60, No. 4, pp. 217–228 (オンライン), DOI: 10.1241/johokanri.60.217 (2017).